

⑫

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

② Anmelde­nummer: 80201140.3

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 27 B 7/34**, **F 26 B 11/04**,  
**F 27 B 7/16**, **F 27 B 7/20**

②② Anmeldetag: 02.12.80

③ Priorität: 08.12.79 DE 2949479

**71) Anmelder: METALLGESELLSCHAFT AG,  
Reuterweg 14 Postfach 3724, D-6000 Frankfurt/M.1 (DE)  
Anmelder: VOEST-ALPINE Aktiengesellschaft,  
Werksgelände, A-4010 Linz (AT)**

④<sup>3</sup> Veröffentlichungstag der Anmeldung: 17.06.81  
Patentblatt 81/24

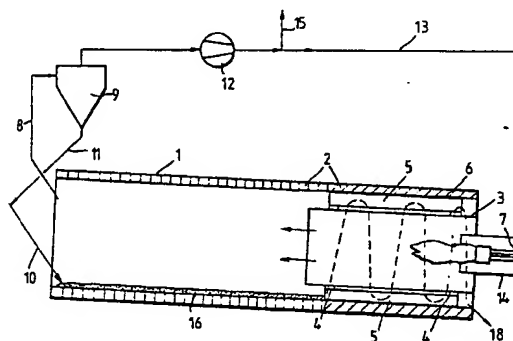
72 Erfinder: Krüger, Gerhard, Dipl.-Ing., Im Rothkopf 1,  
D-6370 Oberursel (DE)  
Erfinder: Kepplinger, Werner, Dipl.-Ing.,  
Lahholdstrasse 7, A-4020 Linz-Hart (AT)

Benannte Vertragsstaaten: **AT CH DE FR GB IT LI NL SE**

⑦4 Vertreter: Fischer, Ernst, Dr., Reuterweg 14,  
D-6000 Frankfurt am Main 1 (DE)

**54 Verfahren zum Trocknen und Kalzinieren von Schüttgütern.**

57) Das Schüttgut 16 wird in einem Drehrohr 1 in den an das Beschickungsende anschliessenden Teil zunächst im Gegenstrom zu heissen Gasen geführt und durch direkten Wärmeaustausch getrocknet und gegebenenfalls vorkalzinisiert. Im anschliessenden Teil des Drehrohrs 1 ist in der Kalzinierungszone ein Einschubkörper 3 angeordnet, der zwischen seiner Oberfläche und dem Drehrohr 1 einen ringförmigen Raum bildet. In diesen ringförmigen Raum wird das getrocknete Schüttgut transportiert und weitgehend auf der Oberfläche des Einschubkörpers 3 durch indirekten Wärmeaustausch kalzinisiert. In den Einschubkörper 3 werden heisse Gase 7 geleitet und strömen aus ihm in das Drehrohr 1.



Verfahren zum Trocknen und Kalzinieren  
von Schüttgütern

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen und Kalzinieren von Schüttgütern im Drehrohr unter Gegenstromführung heißer Gase, wobei die Trocknung und gegebenenfalls Vorkalzination im direkten Kontakt mit heißen Gasen in dem an das Beschickungsende anschließenden Teil des Drehrohres erfolgt, die Kalzination durch indirekten Wärmeaustausch auf der Länge eines Einschubkörpers vor dem Austragsende des Drehrohres erfolgt, und heiße Gase in den Einschubkörper geleitet werden und aus diesem in das Drehrohr strömen.

Beim Trocknen und Kalzinieren von Schüttgütern muß in vielen Fällen die Trocknung und evtl. die Vorkalzinierung langsam und/oder bei niedrigeren Temperaturen erfolgen, während zur Kalzinierung höhere Temperaturen erforderlich sind.

Aus der DE-PS 261 997 ist eine Trockentrommel bekannt, in der die heißen Gase und das Material im Gleichstrom geführt werden. In dem Drehrohr ist zunächst ein Heizrohr mit geringerem Durchmesser und dann ein Heizrohr mit größerem Durchmesser angeordnet. Das Material wird in den ringförmigen Raum chargiert. Ein Teil der heißen Gase wird in den ringförmigen Raum und der andere Teil in das Heizrohr geleitet. Das Drehrohr ist in einem feststehenden Gehäuse angeordnet, und die Abgase werden zur Wärmeausnutzung in dieses Gehäuse geleitet, durchströmen das Gehäuse im Gegenstrom und werden in den Kamin geleitet.

Bei diesem Verfahren treten die heißesten Gase mit dem kältesten Material in Berührung, das Drehrohr und das Heizrohr müssen entsprechend der Gastemperatur aus hitzebeständigem Stahl bestehen, und das Abgas kann eine Abkühlung des Drehrohrs bewirken.

Aus der DE-OS 14 33 860 ist ein Verfahren zur Herstellung von Gips bekannt, bei dem in einem Drehrohr ein zweites Rohr angeordnet ist, das Material in dem Ringraum bis zum geschlossenen Ende des Drehrohres wandert, dort in das innere Rohr eintritt und durch dieses in entgegengesetzter Richtung zu dessen Austrag wandert. Die heißen Gase werden im Gegenstrom und direkten Kontakt durch das Innenrohr und dann durch den Ringraum geleitet. In der Hochtemperaturzone besteht durch den direkten Kontakt die Gefahr der Überhitzung bei Betriebsschwankungen, die Vorrichtung ist sehr kompliziert und das lange Innenrohr muß aus Edelstahl bestehen.

Aus "Ullmann", 3. Auflage, 1951, Band 1, Seite 597 ist es bekannt, die Trocknung und Kalzination im Gegenstrom-Trommeltrockner mit zentralem Rohr zum nachträglichen Beimischen von trockener Luft durchzuführen, wobei sich das zentrale Rohr über den größten Teil des Drehrohrs bis in den Anfang der Trockenzone erstreckt. Die heißen Gase werden zum Teil durch den ringförmigen Raum und zum Teil durch das Zentralrohr geleitet. Auch hier besteht durch den direkten Kontakt im Ringraum die Gefahr der Überhitzung und das Zentralrohr und das Drehrohr müssen aus Edelstahl hergestellt werden.

Aus der AT-AS 7077/77 ist es bekannt, Aluminiumfluorid-Hydrate nach einer Vortrocknung in Stromrohr Trockner oder Teller Trockner in einer Wirbelschicht zu kalzinieren, oder die Kalzination in direkt oder indirekt beheizten Drehrohröfen oder einer außenbeheizten Wirbelschicht durchzuführen. In allen Fällen muß der Ofen aus Edelstahl

bestehen und bei direktem Kontakt besteht die Gefahr der Überhitzung.

- 5 Aus der FR-PS 927 063 ist es bekannt, die Vorwärmung im direkten Kontakt mit heißen Gasen und die weitere Auf-  
heizung durch indirekten Wärmeübergang vorzunehmen. Da-  
bei ist vom Austragsende ein Einschubkörper im Drehrohr  
angeordnet, in den heiße Gase eingeleitet werden und aus  
dem sie in das Drehrohr strömen. Der Einschubkörper be-  
steht aus einem Innenrohr und einer Ausmauerung zwischen  
10 Innenrohr und Drehrohr. In dieser Ausmauerung sind  
sternförmig Kanäle an der Wand des Drehrohrs angeordnet,  
in die das Material eintritt und aus denen das Material  
am Austragsende des Drehrohrs ausgetragen wird. Die Nach-  
15 teile dieses Verfahrens bestehen darin, daß die Kanäle  
einen sehr kleinen Durchmesser haben, die Transportge-  
schwindigkeit infolge des kleinen Durchmessers gering  
ist und dadurch die Durchsatzleistung ebenfalls gering  
ist. Dieses wird noch dadurch verschlechtert, daß die  
20 Kanäle nicht rund sind. Am Einlauf der Kanäle bildet sich  
ein Materialstau. Wegen dieses Materialstaus und der ge-  
ringen Durchsatzleistung der Kanäle kann nur mit geringer  
Betthöhe im Drehrohr gearbeitet werden. Infolge des sich  
ergebenden hohen Füllungsgrades in den Kanälen und der  
25 sich daraus ergebenden schlechten Umwälzung tritt ein  
Wärmestau und die Gefahr von Überhitzung und Ansatzbil-  
dung ein. Die Wärmeübertragung von den Heizgasen auf das  
Material in den Kanälen ist schlecht und ungleichmäßig.
- 30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Überhitzung  
in der Kalzinierzone mit möglichst geringem Aufwand mit  
Sicherheit zu vermeiden und eine gute Durchsatzleistung  
zu erzielen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß die Kalzination durch indirekten Wärmeaustausch in einem ringförmigen Raum weitgehend auf der Oberfläche des Einschubkörpers erfolgt.

- 5 Der Einschubkörper ist zweckmäßigerweise als Zentralrohr ausgebildet, das an der Innenwand des Drehrohres durch Verbindungsstücke befestigt ist. In dem zwischen Einschubkörper und Drehrohr gebildeten ringförmigen Raum sind Hubschaufeln angeordnet, die das Material
- 10 von unten mitnehmen und auf die Außenwand des Einschubkörpers rieseln lassen, so daß es in einer spiralförmigen Bahn durch den Ringraum zum Austrag bewegt wird. Die Innenwand des Drehrohres in dem ringförmigen Raum kann feuerfest ausgekleidet werden. In der Trocken-
- 15 und gegebenenfalls Vorkalzinerzone können Hubschaufeln angeordnet sein. Die heißen Gase können durch Verbrennung direkt in dem Einschubkörper erzeugt werden, sie können aber auch in einer vorgeschalteten Brennkammer erzeugt werden. Durch den Ringraum können auch
- 20 Schutzgase oder Reaktionsgase geleitet werden.

- Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß ein Teilstrom des Abgases des Drehrohres in den Einschubkörper zurückgeleitet wird. Dadurch ist eine Verringerung
- 25 und Regelung der Temperatur der Verbrennungsgase in einfacher Weise möglich, wenn keine vorgeschaltete Brennkammer verwendet wird. Wenn die direkte Beheizung bei einer beträchtlich niedrigeren Temperatur erfolgen muß, kann auch ein Teilstrom des Abgases in den, beschickungs-
- 30 seitig gesehen, ersten Teil des Einschubkörpers oder bis vor das Ende des Einschubkörpers geleitet werden.

5 Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß der  
Einschubkörper mittels Hubschaufeln am Drehrohr befestigt  
ist, wobei die in Drehrichtung hinten liegende Kante  
jeder Hubschaufel mit dem Drehrohr verbunden ist und keinen  
Materialdurchfall gestattet, jede Hubschaufel mit dem  
Einschubkörper durch Verbindungsstücke verbunden ist, die  
das aus den Hubschaufeln fallende Material auf der Außen-  
wand des Einschubkörpers herabrieseln lassen, und die  
Form der Hubschaufeln so gewählt wird, daß das von der  
10 Vorderkante herabfallende Material in möglichst gleichen  
Mengen auf beiden Seiten des Einschubkörpers herabrie-  
selt. Dadurch wird eine gute und gleichmäßige Übertra-  
gung der Wärme auf das Material erzielt.

15 Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die  
Wärmeübertragung von den Heizgasen auf das Schüttgut  
während des indirekten Wärmeaustausches dadurch erhöht  
wird, daß der Einschubkörper auf der Innenseite mit  
Rippen oder Stiften versehen wird.

20 Eine vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, daß die  
durch den indirekten Wärmeaustausch pro Materialeinheit  
übertragene Wärmemenge durch Regelung des Füllungsgrades  
in dem ringförmigen Raum geregelt wird. Dadurch ist eine  
25 einfache und wirksame Regelung des Wärmeüberganges mög-  
lich.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert.

30 Fig. 1 ist ein schematischer Längsschnitt durch  
ein Drehrohr

Fig. 2 ist ein schematischer Querschnitt durch die  
Kalzinierzone mit Auskleidung des Drehrohrs

Fig. 3 ist ein schematischer Querschnitt durch die Kalzinierzone ohne Auskleidung des Drehrohrs.

- 5 Das Drehrohr 1 besitzt eine feuerfeste Auskleidung 2. Der Einschubkörper ist als Zentralrohr 3 angeordnet. In den Figuren 1 und 2 ist das Zentralrohr 3 über Verbindungsstücke 4 und Hubschaufeln 5 mit einem Innenrohr 6 verbunden, das an der feuerfesten Auskleidung 2 anliegt. Die Hubschaufeln 5 sind mit ihren in Drehrichtung hinten liegenden Kanten mit dem Innenrohr 6 verbunden. In der Figur 3 sind die hinten liegenden Kanten der Hubschaufeln 5 direkt mit dem Drehrohr 1 verbunden. Durch den Brenner 7 werden die heißen Gase erzeugt, die durch das Zentralrohr 3 in die Trocknungs- und gegebenenfalls Vorkalzinierzone strömen und über Leitung 8 in einen Zyklonabscheider 9 geleitet werden. Über die Beschickungsvorrichtung 10 wird das frische Material und der Rücklauf 11 aus dem Zyklon 9 chargiert. 12 stellt ein Gebläse dar. Über Leitung 13 wird ein Teil des Abgases durch das Rohr 14 als Mischluft um den Brenner 7 herum in das Zentralrohr 3 geleitet. Über Leitung 15 wird das restliche Abgas abgeführt. Das Materialbett 16 wandert durch die Trocknungszone und gegebenenfalls Vorkalzinierzone in die Kalzinierzone, die sich über die Länge des Zentralrohres 3 erstreckt. Dort wird das Material von den Hubschaufeln 5 erfaßt und böscht sich an den freien Vorderkanten unter seinem Böschungswinkel auf. Der Drehbewegung des Drehrohrs 1 fällt entsprechend der Stellung der Hubschaufeln 5 ein Teil des Materials dosiert heraus und rieselt über den Umfang des Zentralrohres 3 verteilt herab. Bei 18 wird das Material ausgetragen. Es ist auch möglich, vorher eine Kühlzone anzuschließen.

#### Ausführungsbeispiel

35

Ein teils direkt teils indirekt beheiztes Drehrohr einer

Pilotanlage wurde mit 70 kg/h Aluminiumfluorid-Trihydrat mit einem freien Feuchtegehalt von 6 % beschickt. Nach einer mittleren Verweilzeit von 29,6 min bei einer Ofendrehzahl von 6,8 Upm verließen den Ofen am Produktaustrag  
5 39,4 kg/h kalziniertes Aluminiumfluorid mit einem  $\text{AlF}_3$ -Gehalt von über 97 % und einem Glühverlust von 0,3 bis 0,4 %. Die Gesamtlänge des Drehrohres betrug 5 m, von denen 3,8 m direkt und 1,2 m indirekt beheizt waren. Der Stahlrohrmantel hatte einen Durchmesser von 650 mm  
10 und war mit einer tonerdereichen Stampfmasse ausgekleidet. Der freie Innendurchmesser betrug 430 mm. Am Produktausstragsende war ein zylindrisches Innenrohr aus Stahl mit acht innenliegenden Hubschaufeln eingebaut, die ihrerseits das Zentralrohr aus hitzebeständigem Edelstahl tragen.  
15 Der Außendurchmesser des Zentralrohres für die indirekte Gutbeheizung betrug 300 mm.  
Das zur Wärmebehandlung des Gutes erforderliche Heißgas wurde durch die Verbrennung von 5,5 kg/h Heizöl erzeugt. Die Heißgastemperatur betrug ca.  $1200^{\circ}\text{C}$ . Bei einer groß-  
20 technischen Anlage könnten unter diesen Umständen durch Rauchgasrückführung zur Einstellung der Heißgastemperatur ca. 10 % der Brennstoffmenge eingespart werden. Am Übergang von der indirekt zur direkt beheizten Zone betrug die Gastemperatur noch  $890^{\circ}\text{C}$  und beim Verlassen des Ofens  
25 am Produkteintrag noch  $250^{\circ}\text{C}$ . In einem nachgeschalteten Zyklon wurden mitgerissene Staubpartikel aus dem Gasstrom abgeschieden und mit dem Aufgabegut dem Ofen wieder zugeführt. Ein Ventilator diente zur Erzeugung des erforderlichen Unterdrucks im System und führte das Abgas der  
30 Atmosphäre zu.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß eine Überhitzung des Materials in der Kalzinierzone mit einfachen Mitteln vermieden wird, das Drehrohr aus Normal-  
35 stahl hergestellt werden kann, der Einschubkörper dünnwandig ausgeführt werden kann, da er statisch kaum beansprucht wird, dadurch der Wärmedurchgang verbessert wird,



eine weitgehende Optimierung des Wärmeüberganges möglich ist, und der Einschubkörper leicht ausgewechselt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen und Kalzinieren von Schütt-  
gütern im Drehrohr unter Gegenstromführung heißer  
5 Gase, wobei die Trocknung und gegebenenfalls Vorkal-  
zination im direkten Kontakt mit heißen Gasen in dem  
an das Beschickungsende anschließenden Teil des Dreh-  
rohrs erfolgt, die Kalzination durch indirekten  
Wärmeaustausch auf der Länge eines Einschubkörpers  
10 vor dem Austragsende des Drehrohrs erfolgt und heiße  
Gase in den Einschubkörper geleitet werden und aus  
diesem in das Drehrohr strömen, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kalzination durch indirekten Wärmeaustausch  
in einem ringförmigen Raum weitgehend auf der Ober-  
15 fläche des Einschubkörpers erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
ein Teilstrom des Abgases des Drehrohrs in den Ein-  
schubkörper zurückgeleitet wird.  
20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Einschubkörper mittels Hubschaufeln  
am Drehrohr befestigt ist, wobei die in Drehrichtung  
hinten liegende Kante jeder Hubschaufel mit dem Dreh-  
25 rohr verbunden ist und keinen Materialdurchfall ge-  
stattet, jede Hubschaufel mit dem Einschubkörper durch  
Verbindungsstücke verbunden ist, die das aus den Hub-  
schaufeln fallende Material auf der Außenwand des  
Einschubkörpers herabrieseln lassen, und die Form der  
Hubschaufeln so gewählt wird, daß das von der Vorder-  
30 kante herabfallende Material in möglichst gleichen  
Mengen auf beiden Seiten des Einschubkörpers herab-  
rieselt.
- 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Wärmeübertragung von den Heiz-  
gasen auf das Schüttgut während des indirekten

Wärmeaustausches dadurch erhöht wird, daß der Einschubkörper auf der Innenseite mit Rippen oder Stiften versehen wird.

- 5      5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die durch den indirekten Wärmeaustausch pro Materialeinheit übertragene Wärmemenge durch Regelung des Füllungsgrades in dem ringförmigen Raum geregelt wird.

0030403

1/2

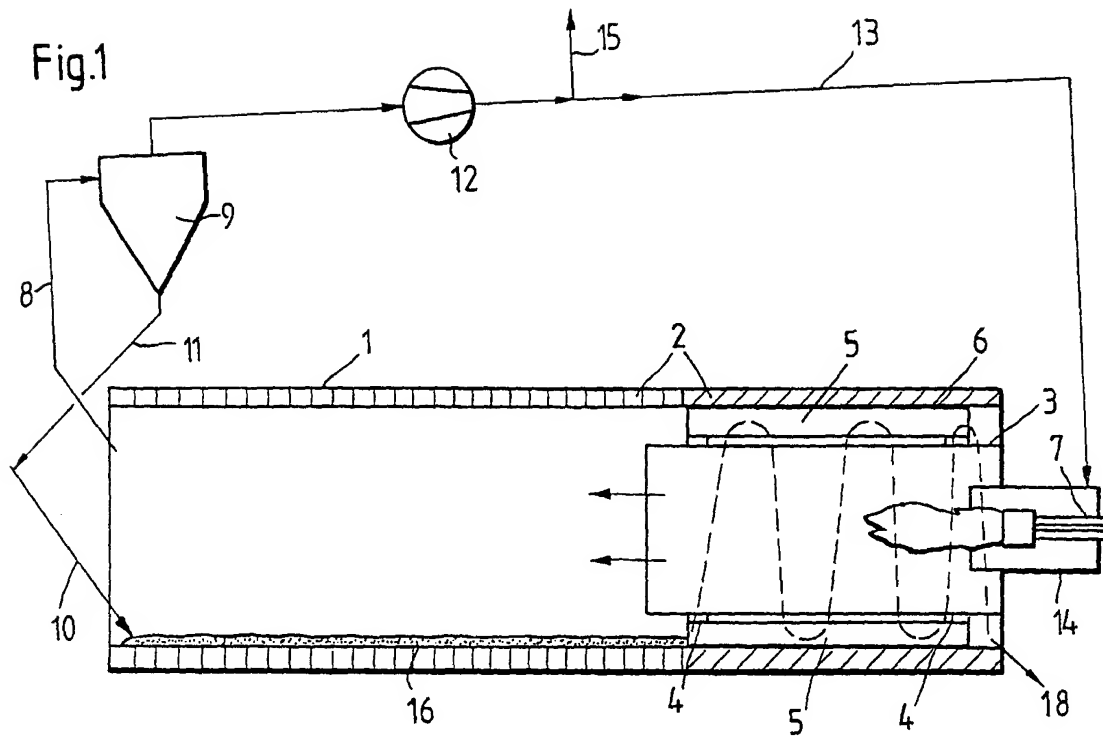


Fig.2

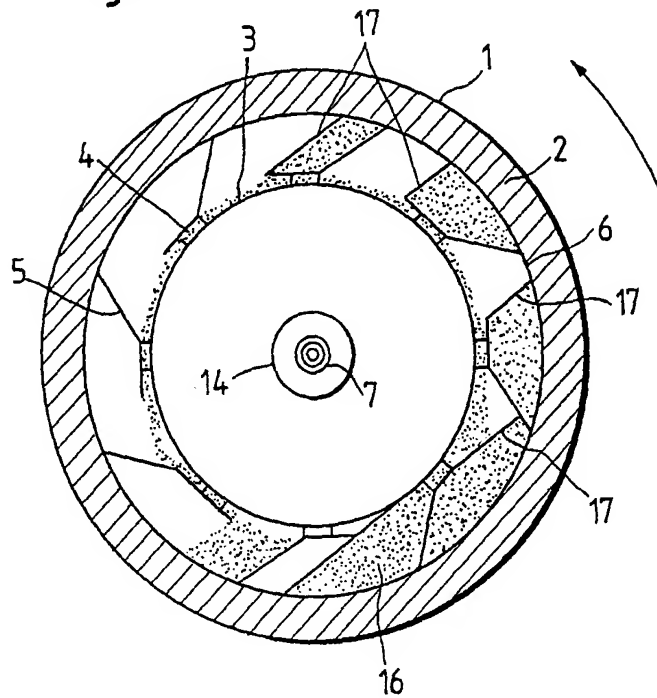
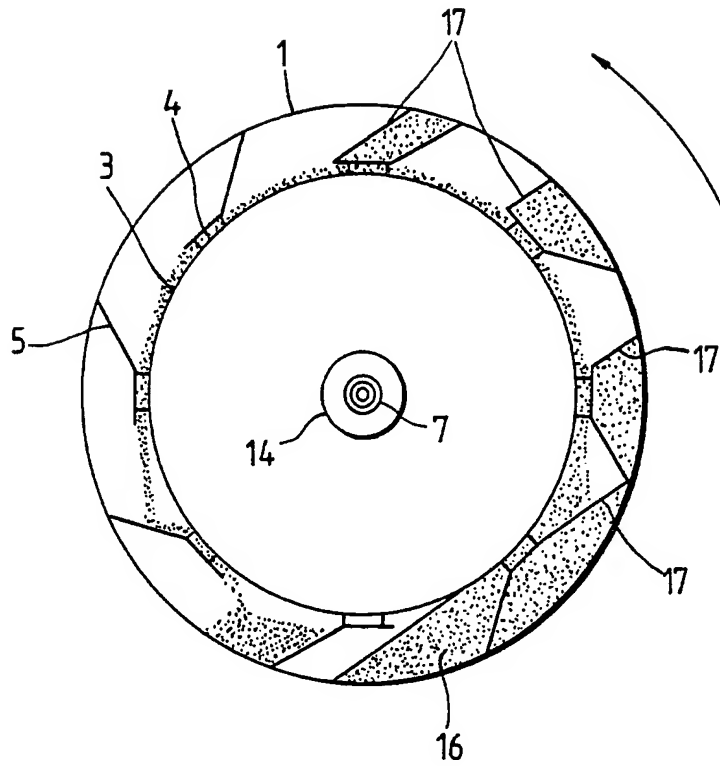


Fig.3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	<u>FR - A - 927 063</u> (SA DES ETS. A. VALUY) * Figur 1; Seite 2, Zeile 18 bis zum Ende *	1,2,5	F 27 B 7/34 F 26 B 11/04 F 27 B 7/16 7/20
	--		
	<u>FR - A - 700 633</u> (EISENWERK A. GERLACH) * Figur 1 und Text *	1,2,5	
	--		
	<u>FR - A - 445 432</u> (STE. D'ETUDES) * Figur 1; Seite 2, rechte Spalte, Zeile 82 bis Seite 3, bis zum Ende *	1-4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)  F 27 B F 26 B
	--		
A	<u>US - A - 1 959 061</u> (R.R. PERKINS) * Figur 1 *		
	--		
A	<u>US - A - 1 431 037</u> (W.E. PRINDLE) * Figuren 2,3 *		
	--		
A	<u>CH - A - 114 724</u> (H. DE MEIJER) * Seite 1 bis rechte Spalte, Absatz 1; Ansprüche 1,2 *		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
	--		
AD	<u>DE - C - 261 997</u> (F. HAAS) * Das ganze Dokument *		
	--		
	./.		
<input checked="" type="checkbox"/> Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	11-03-1981	OBERWALLENEY	



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. <sup>3</sup> )
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der Maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
AD	<u>DE - A - 1 433 860</u> (M. DE MONTER-DE)  * Figuren; Ansprüche 3-7 *  --		
AD	ULLMANNS ENCYKLOPADIE DER TECHNISCHEN CHEMIE, 3. Auflage, Band 1, 1951, München, Berlin, DE, URBAN et al.: "Chemischer Apparatbau und Verfahrenstechnik"  ----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. <sup>3</sup> )